

電動糸鋸盤による鋸断技能に関する基礎研究

— 材料の送り速度が鋸断面に及ぼす影響について —

福井大学教育地域科学部 奥野 信 一
 福井大学教育地域科学部学部生 畑 田 耕 佑*
 福井大学教育地域科学部 石 川 和 彦

教師が児童／生徒に、電動糸鋸盤による鋸断作業を指導する際の基礎資料を得るため、材料送り速度を変化させそれに伴う鋸断面の粗さを光学計測器を用いて計測した。また、材料の鋸断面粗さを各番数の紙やすりと比較する官能検査を実施した。その結果、板材を繊維方向に直角／平行に切断する場合、送り速度を遅くすることによって、鋸断面粗さが少なくなることが明らかになった。官能検査の結果も、計測結果と同期することがわかった。

キーワード：木工作、電動糸鋸盤、鋸断面粗さ、光学計測、官能検査

1. はじめに

小学校を中心にした工作学習、特に木材加工では材料を切断するのに電動糸鋸盤（以下、糸鋸盤という）を使用する場合が大変多い。本来ならば両刃／片刃のこぎりで切るべき材料まで糸鋸盤で切断することも多々ある。特に小学校教師が木工作において児童に糸鋸盤を使用させるのには、「短時間で、正確に切れる使いやすい工作機械」⁽¹⁾という理由がある。しかしながら、大半の教師は糸鋸盤の訓練を受ける機会が皆無に等しく、見様見真似で指導しているのが現状である。ある意味で、誰でもが簡単に使える工作機械ということもできる。実際、糸鋸盤の使用については、ほんの少しのコツを習得すれば短時間で技能向上がはかれると考えられる。

一般に、糸鋸盤による鋸断ではゆっくりと時間をかけて行えばよい。しかし、「ゆっくり」の程度は作業経験によって習得されるコツでもある。筆者は児童／生徒、大学生や現場の教師に木工作を指導している経験から、糸鋸盤で材料を鋸断する際の材料の送り速度の変化が鋸断面に与える影響について数値的かつ視覚的に知ることが、コツを指導することにもつながると考えた。

2. 先行研究

糸鋸盤を用いた作品作りに関する書籍は数多く出版されているが、鋸断に関する先行研究はそれ程多くない。そもそも日本で最初に学校で糸鋸機械（当時は電動モータを動力とするものではなく、足踏みミシンのでクラック機構を改良したもの）が導入されたのは、松平義人⁽²⁾によれば大正6年静岡市城内尋常高等小学校でのことであり、以来100年近く学校教育の中で糸鋸盤が使用されてきた。その具体的な指導法について松平⁽³⁾は、運転前の注意、糸鋸の付け方、足の踏み方、糸鋸の進め方及び運転後の注意と章を設けて丁寧に解説している。特に足の踏み方では、「足は早く、手は遅く」をモットー

と心得る。切断面の見事なつまり綺麗な出来栄は廻轉數多く、糸鋸の進み遅きである。」とゆっくり切ることの必要性を説いている。また、糸鋸の進め方では、「両の手をどんな役目にさせるかと云ふと、一方が板を押へたら片方は板を操縦する。」というように、両手の役割分担の重要性について言及している。糸鋸機械（糸鋸盤）の使用について、これほど懇切丁寧に記述している書物を、筆者は管見の限り知らない。鈴木⁽⁴⁾は糸鋸による挽材について、種々の知見を得ているが、本稿との関連では材料の送り速度と鋸断面の粗さについて実験データをその最大値で示している。杉山ら⁽⁵⁾は当時の中学校技術科木材加工領域での、糸鋸盤についての安全教育や教材材料の開発研究を推進するための技術的知見を取り纏めた。そこでは、材料の大きさと送り速度、材料の繊維方向と鋸断力、木質材料の鋸断性及び鋸刃の取り付け緊張力について、細かな基礎データを提供している。しかしながら、送り速度を通常糸鋸盤を使用する際と比較すると極端に速く設定しており、また鋸断面粗さを切削屑から判断している。

以上のように、鈴木や杉山らの糸鋸盤による鋸断実験は、糸鋸盤による鋸断について多くの知見を提供しているが、鋸断面粗さについては、粗さの定義を最大深さや鋸断屑で行っており、鋸断面粗さを正確に定義しているとは必ずしもいえない。鋸断面の粗さは、あくまでも光の反射を目視で観察したり、手の指で触ったりした際の肌触りであると想定できる。

また、筆者ら⁽⁶⁾は小学生用の鋸断技能評価基準を作成しており、その中で技能向上とともに鋸断時間が長くなことを指摘している。

3. 鋸断実験

小学生が糸鋸盤を用いて板材を鋸断する様子を観察すると、幾つかの問題点がみえてくる。それらは、児童は

* 現在 福井県鯖江市東陽中学校

材料を押さえる力が弱く、作業時に材料が不安定になる、材料を早く鋸断しようとし糸鋸刃を破損させたり曲げたりする、けがき線から大きくずれた鋸断になる、の3点である。児童らは細い刃で早く材料を切ろうとすると、刃が破損したり曲がったりすることを想定できない、先見性がない、いわゆるアフォーダンス不足と思われるが、この指導だけでも糸鋸盤による鋸断指導は向上すると考えられる。そこで、糸鋸盤による材料の鋸断において、材料の送り速度を変化させることによって、材料の鋸断面粗さがどのように変化するかを実験によって確認した。

3.1 試験材の準備

1) 機器

試験材の準備では材料の送り速度を一定にするため、横フライス盤（株式会社イワシタNK-14：図1）のベッド（金属材料を加工するため、この上に材料を固定する台）の自動送り装置を利用する。本フライス盤では6段階の送り速度があり、この送り速度（mm/sec.）は、0.34, 0.50, 0.84, 1.41, 2.03及び3.4である。糸鋸盤による材料送り速度は一般に2mm/sec.前後であり、送り速度を速くすると材料の鋸断面が荒れることが経験的にわかっていることから、試験材準備に供するフライス盤のベッド自動送り速度は都合のよいものである。

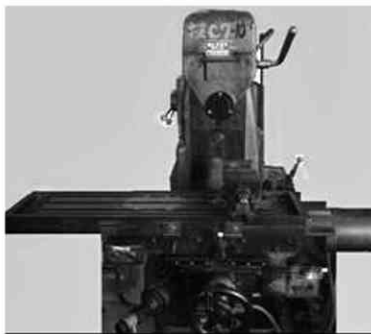


図1 横フライス盤

試験材には、幅50mm×長さ100mm×厚さ15mmの合板、スギ（横繊維方向、縦繊維方向）の3種類を用いた。小学校では、合板や比較的柔らかく安価で入手しやすいスギ材を使用することもあるので、本実験での試験材とした。また、材料の厚みが薄すぎると実験結果が判断しにくく、本稿で行う手の指を使用した官能検査にもある程度の厚さを必要とするので、上記の厚さに決定した。

試験材を鋸断する糸鋸盤は、スーパー万能糸鋸盤（旭工機株式会社GR-300：図2）、糸鋸刃は、木工芸用糸鋸8号（（有）AK糸鋸製作所）、記録用機器は、デジタルカメラ（富士フイルムFINEPIX J250）を使用した。

2) 試験材の鋸断

図3のように、フライス盤のベッド上に固定したアルミ角棒（□25mm）で試験材を一定速度で送り、作動している糸鋸盤で試験材を鋸断した。試験材と送り速度を変えながらこの作業を、試験材3種類を6送り速度、計18



図2 糸鋸盤

回行った。試験材は幅25mmのところから長さ100mmにわたって鋸断されることになる。図4は鋸断実験装置を上から撮影したものである。図4からもわかるように、試験材が左右にずれず、上下に振動せずかつ滑らかに動くように、木枠でスライダを設けている。

3.2 鋸断結果

図5は、実験後の試験材の鋸断面を、各試験材ごとに送り速度順（左から0.34, 0.50, 0.84, 1.41, 2.03, 3.4：単位mm/sec.）に並べたものである。合板とスギ材縦繊維方向では、送り速度の違いと鋸断面粗さについて目視ではそれ程差が見られないといえる。スギ材横繊維方向では、目視でも両者の関係がはっきりわかるほど差異が現れている。

4. 評価

試験材を準備した後、試験材の鋸断面粗さの計測を光学的手法と官能検査を用いて行った。

4.1 光学計測手法による評価実験

1) 本測定における機器

本測定の主要機器であるレーザ測距装置には、キーエンス社製LK-2000（図6）を用いた。また、測距装置で鋸断面を走査するために、試験材を自動送りする装置として卓上小型旋盤（（株）キソパワーツール社製ML01517：図7）を使用した。その他、距離測定プログラム（資料1）とそれを動作させるパソコンを準備した。

2) 測定原理

本実験の光学測定器にはレーザ測距装置の原理を図8に示す。

本測定器は三角測量を応用した方法を用いており、発光素子と半導体位置検出素子（PSD：Position Sensitive Detector）の組み合わせで構成されている。発光素子である半導体レーザ光が投光レンズを通して集光され、測定対象物へ照射される。対象物より拡散反射した光は受光レンズを介してPSD上のスポットに結ばれることにより、対象物までの変位量を計測できる。

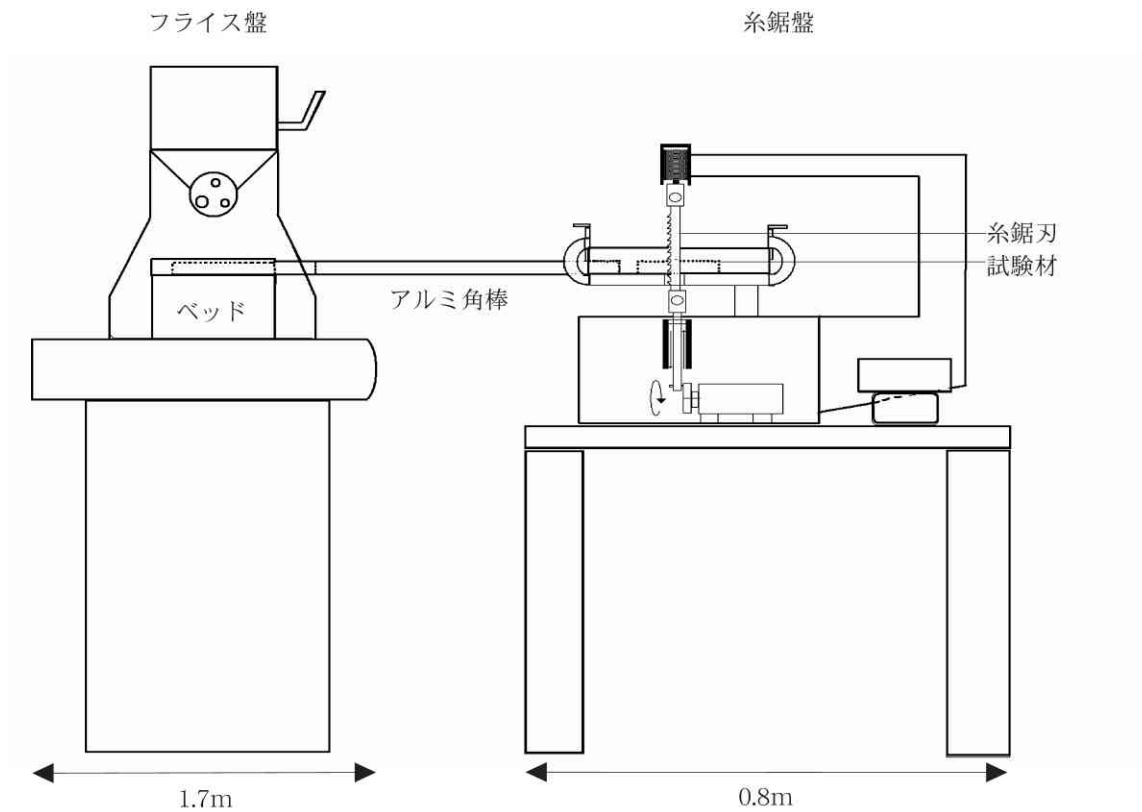


図3 実験装置模式図

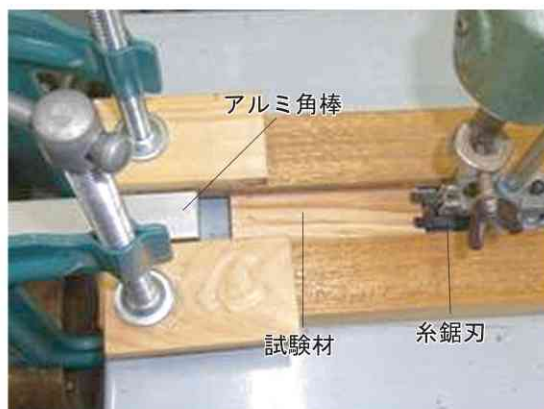


図4 糸鋸盤の作業台

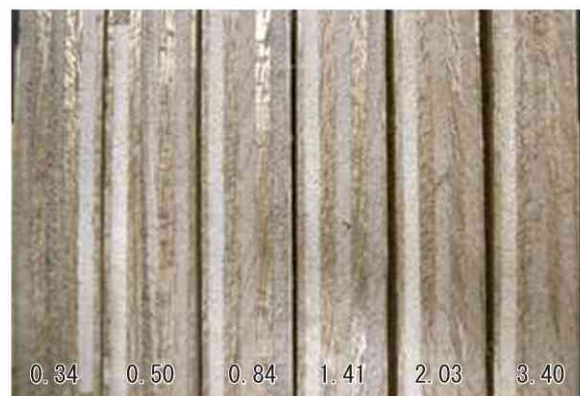


図5(ア) 合板の鋸断面

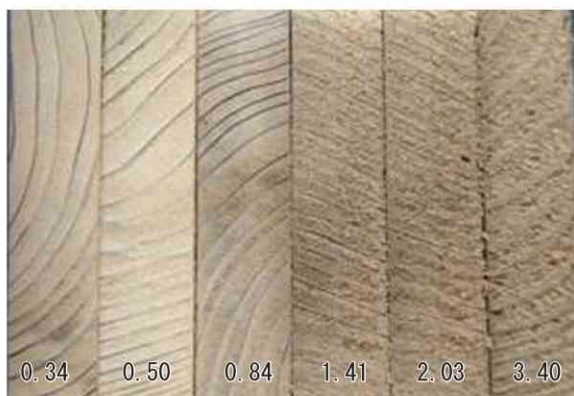


図5(イ) スギ材繊維に直角方向の鋸断面

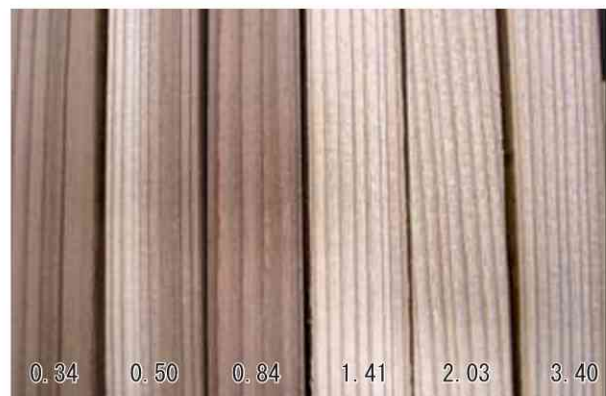


図5(ウ) スギ材繊維方向の鋸断

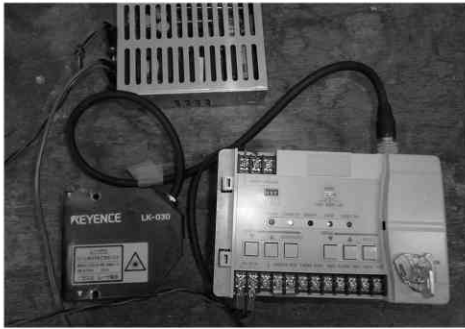


図6 レーザ測距装置

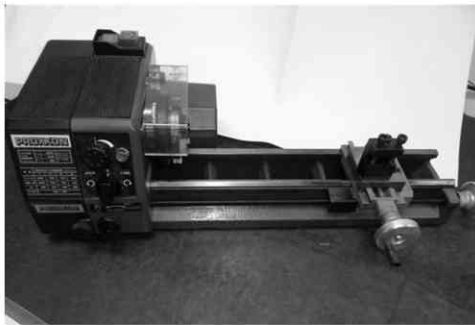
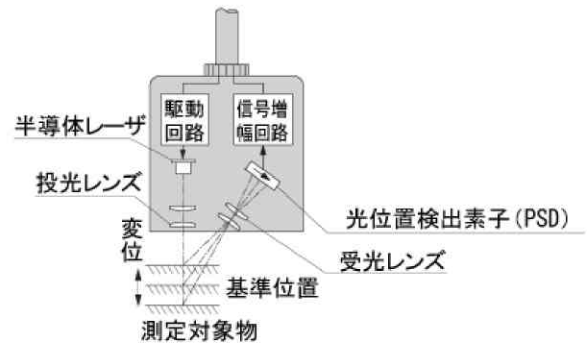


図7 卓上小型旋盤

3) 測定方法

レーザ測距装置と卓上小型旋盤を定盤上に配置する。実験に供された試験材を旋盤の刃物台に鋸断面を上にして固定する。試験材は旋盤の自動送り装置によって旋盤縦方向に移動するのであるが、その際レーザ測距装置から投光されたレーザ光が試験材の鋸断面に照射され、その反射光をPSDで受光することで鋸断面までの距離を測定できる。試験材の測定位置は、鋸断面厚み(15mm)の上

図8 レーザ測距装置の原理⁽⁷⁾

部、中心部及び下部を長さ方向(100mm)に70mm走査し、厚み方向を平均化することによって得られる。得られたデータは実時間(リアルタイム)でパソコンに保存される。

4) 測定結果と考察

以上の走査を3試験材につき各6送り速度行い、計18回計測し、得られた距離変位データをグラフ化した。

同時に変位がなかったと仮定した近似値直線を表計算ソフトから求め、グラフ化した距離変位データに重ねた。試験材鋸断面を定盤平面に水平に固定したならば、近似直線のようにではなく横(X)軸に平行な直線になる。本実験では、図9や資料2(合板、スギ繊維方向の送り速度1.41mm/sec.の結果)でもわかるように、水平方向に1mm程度傾いた結果になった。この原因として、図4の試験材を挟む2枚のガイドが、わずかにずれていたと想定できる。材料が滑らかにガイドを滑るようにガイドを設定したが、その調整が不十分であった。図9はスギ材(繊維に直角方向の鋸断面)の送り速度1.41mm/sec.の場合のグラフである。図9で、近似直線と距離変位デー

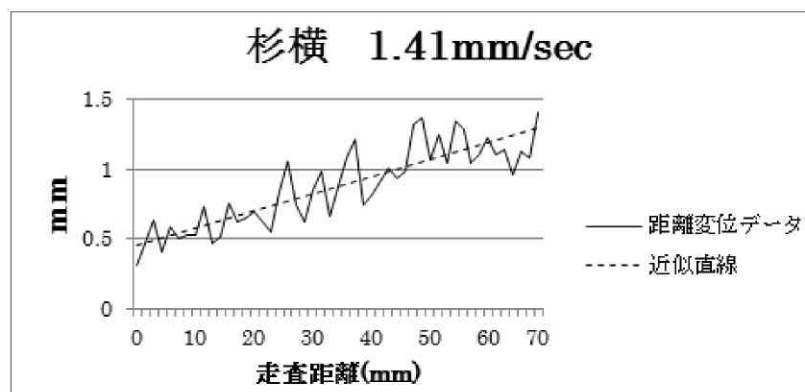


図9 鋸断面の距離変位グラフ

表1 試験材送り速度(mm/sec.)と鋸断面粗さ(mm²)の関係

送り速度 試験材種	0.34	0.50	0.84	1.41	2.03	3.40
合板	1.73	0.00	0.00	0.51	1.24	1.70
スギ材 横	3.47	2.39	6.06	8.50	15.9	11.6
スギ材 縦	0.87	1.23	1.87	2.81	2.30	2.47

タで囲まれた面積が、鋸断面粗さと定義できる。この面積は、鋸断面3点の平均変位を幅70mmに渡り求め、積分したものである。表1はその結果である。

表1から、合板の鋸断では送り速度の遅速が鋸断面粗さに決定的な影響を与えないことがわかる。図5(ア)からもこのことが理解できる。一方で早すぎず遅すぎない送り速度があるようにも解釈できる。スギ材の場合は、横鋸断であれ、縦鋸断であれ、送り速度が遅くなるにしたがって鋸断面が綺麗になる傾向があり、図5(イ)から横鋸断でその傾向が顕著になることがわかる。図5(ウ)から、目視的には縦方向は横方向ほど送り速度が切り口の粗さに影響しないことがわかる。図5の目視結果と、表1の粗さ数値とは符合している。

4.2 官能検査

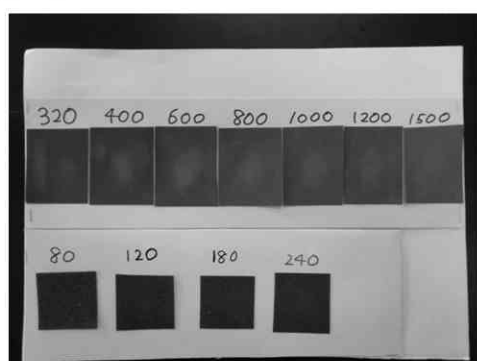


図10 官能検査に供した耐水ペーパー

一般に鋸断面の善し悪しを判断する場合、見たり触ったりする場合が多い。このような判断の上達が児童／生徒の自己評価能力の発達を促し、ひいては巧緻性の向上にもつながると考えられる。触覚を鍛えることは普通教育としての技術教育の大切な一要素であり、官能検査は授業の中で意識的であるないに関わらず、絶えず行われている。官能検査の精度を確認するためにも、本実験は重要と考えられる。そこで本稿では、鋸断面粗さを触感により評価するため、JIS規格番号Z8090官能評価分析方法⁽⁸⁾の分類を基に行った。ここでの分類とは、あらかじめ用意されたカテゴリーに従って資料を仕分ける方法及び行為をいう。

本稿では、手の指を用いて図5の鋸断面を触り、その粗さと最も近い感触の紙やすり（耐水ペーパー）を番数（粗さ）の違う11種類（図10）から選んだ。今回の官能検査ではJIS定義の専門家3名を含め6名に評価をしていただいた。ここでのJISに基づく専門家の定義は、「特に能力があるものとして選ばれた評価者、また対象物についての知識があり、評価能力が通常に人より優れた評価者」⁽⁹⁾をいう。今回は、長年技術・家庭科（技術分野）を担当している中学校教諭を専門家とした。18種類の試験材（図5）と紙やすり（図10）の粗さを比較した結果が、表2である。また、この検査に使用した用紙を資料3に示す。表2では、各送り速度毎に最も選択人数の多い人数を太字にした。表2から、合板は600番、400番を選択した評価者が多く、送り速度の遅速が番数選択にさ

表2 評価者6名の官能検査結果

板種類	速度	紙やすり（耐水ペーパー）番数										
		80	120	180	240	320	400	600	800	1000	1200	1500
合板	0.34							1	3			2
	0.50						2	3	1			
	0.84						2	3		1		
	1.41					1	1	3		1		
	2.03					1	2	3				
	3.40					1	2	3				
スギ横	0.34						2	2	1	1		
	0.50						3	2	1			
	0.84					3	2	1				
	1.41			1	2	2		1				
	2.03			1	2	1		1		1		
	3.40		2	1	2		1					
スギ縦	0.34								1	2		3
	0.50									2	2	2
	0.84						1		1	2		2
	1.41					1		1	1	2	1	
	2.03		1				1	2	2			
	3.40				1		2	3				

ほど影響を及ぼさない結果であり、図5(ア)目視結果や表1の鋸断面粗さ結果と符合する。スギ横鋸断の場合は、送り速度が速くなるに従って、粗い番数が選択され、これも図5(イ)や表1と符合する。スギ縦鋸断の場合も、スギ横鋸断同様送り速度の遅速が番数選択に影響を及ぼすが、その傾向は横鋸断ほど顕著ではない。

5. おわりに

本稿では、学校教育特に小学校図画工作科で利用されている電動糸鋸盤について、材料の送り速度と鋸断面粗さの関係を調べた。動物組み木で有名な小黑三郎は「・・・糸鋸盤は力仕事ではなく、むしろ肩の力を抜いてゆっくりと板を回して切り進めます。・・・」⁽¹⁰⁾と述べており、これは前述の松平に通じることである。ゆっくり切り進めるとよいことは自明であるが、具体的にどのようにゆっくり切れれば良いのか、明確な資料はない。今回、どのようにゆっくり切れれば良いのかという具体的な結果を得た。

筆者が得た結果は、板材の横／縦挽きでは板材の送り速度をより遅くした方が鋸断面が綺麗になり、その傾向は横挽きで特に顕著であった。官能検査からも同様な結果を得られた。また、合板では、送り速度の遅速が鋸断面にそれほど影響を与えないこと、このことが官能検査でも符合した結果になったことがわかった。ただし、本稿の実験は数少ない材料で、その厚さも一定であった。しかしながら、実際には板厚の違いは送り速度の違いになり、その組み合わせは無数に存在する。板厚が薄ければより速く鋸断できるし、逆に厚ければよりゆっくりと鋸断することが求められる。

今回の結果を授業に反映するには、材料の送り速度を遅くすることにより、鋸断面粗さが小さくなることを教師がまず理解し、さらに教師が児童／生徒に対し視覚・触覚的にこのことを知らせることである。このことは、けがき線通りに鋸断することにつながり、結果的に上手な鋸断の基本になる。学校現場で本稿の結果が少しでも役に立つことを切に願う。

と同時に、多くの小学校では図工室に修理を必要とする糸鋸盤が置かれているのも事実である。油も差さずに無理に使用し続けることによって破損したことが容易に推察できる。糸鋸盤による鋸断作業を指導する教師に、基本的な取り扱いや技能を指導する現職教育の充実を切に希望する。さらに、このような破損した糸鋸盤を修理する公的施設が設置されることも併せて願うものである。

また、筆者らの研究グループは、糸鋸盤による鋸断時における両手の指の役割の違いを、センサグローブを使用して解析している。今回の結果と併せ、糸鋸盤による鋸断技能の向上過程やその指導方法を明らかにしていく予定である。

謝 辞

本稿をまとめるにあたり、福井県工業技術センター松村正三様より専門的知識とJIS規格のご提供をいただきました。前福井大学教授上田正紘様より光計測機器システムの開発に関し、多大なるご指導をいただきました。6名の方々には官能検査にご協力いただきました。ここに厚くお礼を申し上げます。

文 献

- (1) 奥野信一・盛屋勝博・上田正紘, 福井県小学校教師の木工作指導に関する調査研究, 日本産業技術教育学会誌, 第41巻, 第2号, 93~101, 1999
- (2) 松平義人, 手工教材糸鋸機械による切貫及び木象眼法, 培風館, 口絵写真, 1927
- (3) 前掲書(2), 52~61
- (4) 鈴木龍太郎, 糸鋸による挽材に関する研究, 木材工業, 第142号, 17~22, 1959(1月号)
- (5) 杉山滋・中島伸一郎・一ノ瀬浩敏, 糸鋸盤による木材および木質材料の鋸断加工, 長崎大学教育学部自然科学研究報告, 第35号, 51~69, 1984
- (6) 奥野信一・小笠原孝幸・余座正之, 小学生の電動糸鋸盤による板材鋸断技能の評価基準作成とその実際, 福井大学教育実践研究, 第28号, 359~366, 2003
- (7) <http://www.sensor.co.jp> 最終確認日2014年9月1日
- (8) 日本工業規格, Z8090, 官能評価分析—方法
- (9) 日本工業規格, Z8144, 官能評価分析—用語
- (10) 小黑三郎, はじめに糸ノコありき, カメカ電動糸ノコ盤AF-ecoライン取扱説明書付録, 旭工機株式会社

資料1 距離測定プログラム (サンプリング速度 40回/sec. =1セル)

```
#include <stdio.h>
#include <dos.h>
#include <math.h>
#include <conio.h>
#define AD_BOAD_ADR 0x300 /* For aISA-A35 (A/D). */
#define STP_CNT 4460 /* Stepping count for Measuring. */
#define AD_CNT 5 /* Times for averaging in Aquisition. */
#define WAIT_TIMES 2 /* Times for wait routine */
#define M_DEG 172.0 /* Degrees for measurement */
#define D_AVG 40 /* Times for averaging in writing data. */
void main(void);
void fwd_pulse(void);
int ad_read(int);
int ad_count_read(int, int);
void wait_lp(int);
void main(void)
{
    int ad_data[STP_CNT];
    int lp, lp2;
    float reso;
    FILE *fp;
    if((fp=fopen("result.csv", "wt"))==NULL){ /* File opening */
        printf("File open error\n"); /* Error check */
        return;
    }
    printf("Degrees\tVolt(s)\n");
    for (lp=0; lp<STP_CNT; lp++){
        wait_lp(300*WAIT_TIMES);
        ad_data[lp]=ad_count_read(0, AD_CNT); /* Avrd. Rd A/D Ch.0. */
        fwd_pulse(); /* Stp Fwd & Wait */
        printf("%f\t%f\t%f", lp*(M_DEG/STP_CNT), ad_data[lp]*(5.0/4096.0));
        /* Print Data */

        if (kbhit()!=0) /* If KBD is hit, break loop. */
            break;
    }
    printf("\nFile Writing...\n");
    for (lp=0; lp<STP_CNT; lp=lp+D_AVG){ /* Writing data to file */
        reso=0;
        for (lp2=0; lp2<D_AVG; lp2++){
            reso=(reso+ad_data[lp+lp2])/D_AVG;
        }
        fprintf(fp, "%f, %f\n", (lp+D_AVG)*M_DEG/STP_CNT, reso*(5.0/4096.0));
    }
    fclose(fp);
}

void fwd_pulse(void)
{
    unsigned int adp_adr;
    adp_adr = AD_BOAD_ADR; /* get A/D Boad adress. */
    outp(adp_adr+3, 0); /* Output bit0 = '0' */
}
```

```

    wait_lp(10*WAIT_TIMES);
    outp(adp_adr+3, 2);          /* Output bit0 = '1' */
    wait_lp(1*WAIT_TIMES);
}

void wait_lp(int ct)             /* Wait for univ. use. */
{
    int a,b;                     /* ct=1.. */
    for (a=0; a<ct; a++)
        for (b=0; b<4095; b++);
}

int ad_read(int ch)             /* Rd A/D data from aISA-A35/2. Set "AD_BOAD_ADR" */
{
    /* before use this func. Return value is in raw */
    int lp; /* format (12bit binary). */
    unsigned int adp_adr, ad_data;
    unsigned char dataL, dataU;
    adp_adr = AD_BOAD_ADR; /* get A/D Boad address. */
    if (ch<0 || ch>7) /* Check valid ch No. */
        return(-1);

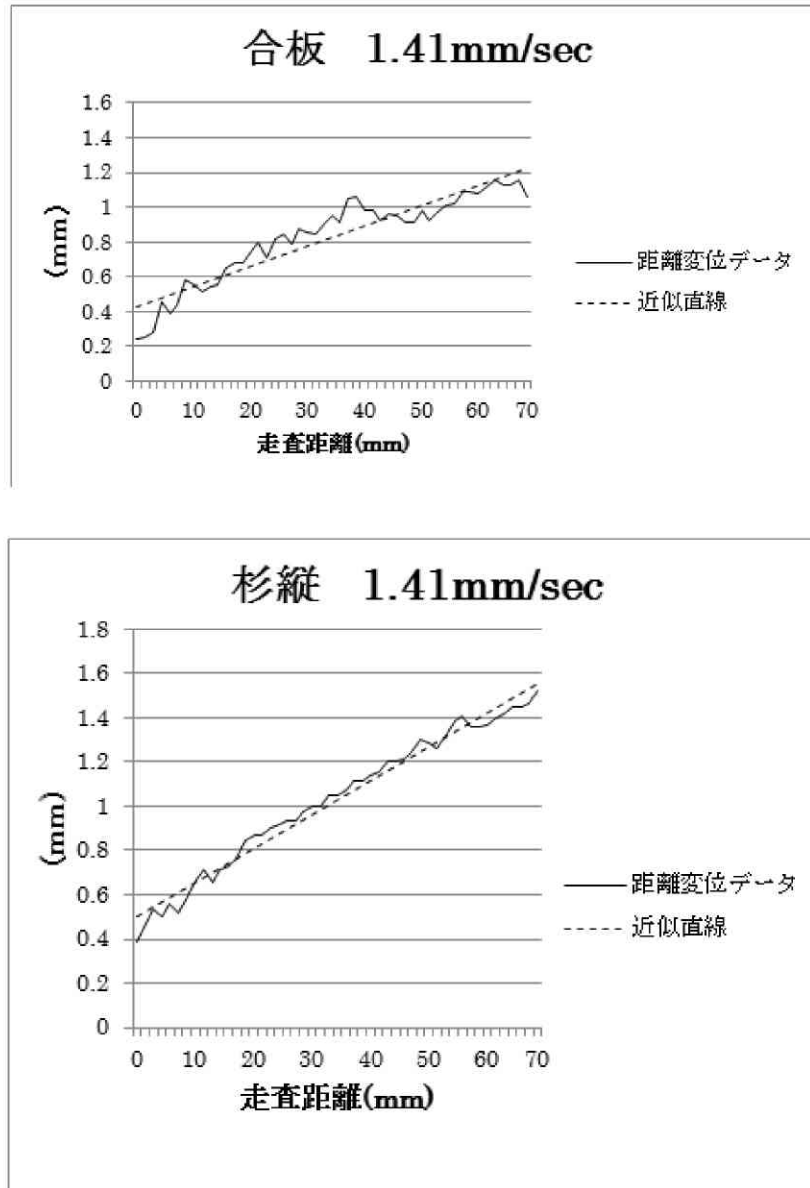
    outp(adp_adr+2, ch); /* Select ch_0. */
    for (lp=0; lp<10000; lp++); /* Wait to select Ch. */
    outp(adp_adr, 0); /* Start A/D Conversion. */
    while (inp(adp_adr) & 0x01); /* Wait Completed Status. */
    dataL = inp(adp_adr) & 0xf0; /* Get Lower 4bit. */
    dataU = inp(adp_adr+1); /* Get Upper 8bit */
    ad_data = dataU; /* Make Converted Data. */
    ad_data = ad_data<<4 | (dataL>>4);
    return(ad_data);
}

int ad_count_read(int ch, int ct) /* Read Averaged data */
{
    unsigned int adp_adr, ad_data;
    int lp;
    long Ldata;
    unsigned char dataL, dataU;
    adp_adr = AD_BOAD_ADR; /* get A/D Boad address. */
    if (ch<0 || ch>7) /* Check valid ch No. */
        return(-1);

    outp(adp_adr+2, ch); /* Select ch_0. */
    for (lp=0; lp<10000; lp++); /* Wait to select Ch. */
    Ldata=0; /* Init. data buffer. */
    for (lp=0; lp<ct; lp++)
    {
        outp(adp_adr, 0); /* Start A/D Conversion. */
        while (inp(adp_adr) & 0x01); /* Wait Completed Sts. */
        dataL = inp(adp_adr) & 0xf0; /* Get Lower 4bit. */
        dataU = inp(adp_adr+1); /* Get Upper 8bit */
        ad_data = dataU; /* Make Converted Data. */
        ad_data = ad_data<<4 | (dataL>>4);
        Ldata = Ldata + ad_data;
    }
    ad_data = Ldata / ct;
    return(ad_data);
}

```


資料2 合板、スギ繊維方向、送り速度1.41mm/sec. 時の距離変位グラフ



資料3 官能検査に使用した調査用紙

「板材の鋸断面」のアンケート
(10代・20代・30代・40代・50代・60代) (男・女)

本実験の目的：

1～18までの鋸断面の粗さと耐水ペーパーの粗さを比較することで鋸断面の粗さが耐水ペーパーのどの種類の粗さに近いかを測定する。

1番～18番の板材の鋸断面と11枚の耐水ペーパーを触って、触った粗さが近いと感じるものに○をつけてください。

(例)

1番 (80 ・ 120 ・ 180 ・ 240 ・ 320 ・ 400)
(600 ・ 800 ・ 1000 ・ 1200 ・ 1500)

1番 (80 ・ 120 ・ 180 ・ 240 ・ 320 ・ 400)
(600 ・ 800 ・ 1000 ・ 1200 ・ 1500)

2番 (80 ・ 120 ・ 180 ・ 240 ・ 320 ・ 400)
(600 ・ 800 ・ 1000 ・ 1200 ・ 1500)

・

・

3番～17番は略

・

・

18番 (80 ・ 120 ・ 180 ・ 240 ・ 320 ・ 400)
(600 ・ 800 ・ 1000 ・ 1200 ・ 1500)

ご協力ありがとうございました。

Basic Research on Wood Cutting Skill by Means of a Fret Saw

- Relation between Cutting Speed of Each Material and Surface Coarseness of Saw Section -

shin-ichi OKUNO, Kosuke HATADA, Kazuhiko ISHIKAWA

Key words : Wood Working, Fret Saw, Surface Coarseness, Optical Measurement, Sensory Evaluation